

EL EJERCICIO DE *BACK-TESTING* EN LAS METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN DEL VALOR EN RIESGO (*VeR*)

José Manuel Feria Domínguez
M^a Dolores Oliver Alfonso

RESUMEN

En los últimos años, las metodologías *VeR*, han experimentado un espectacular desarrollo al amparo del nuevo marco regulador que supone Basilea II. No sólo eso, sino que, además, los denominados análisis complementarios de tales metodologías, en particular, el Ejercicio de Autocomprobación (*Back-testing*) y la Prueba de Tensión (*Stress-testing*) han corrido igual suerte.

En este trabajo, centramos nuestra atención en el primero de ellos e intentamos contrastar el grado de precisión de las distintas metodologías de estimación del Valor en Riesgo (*VeR*) utilizando, para ello, una cartera de renta variable nacional.

PALABRAS CLAVE: Riesgo de Mercado, Metodologías de Valor en Riesgo (*VeR*), Ejercicio de Verificación o Autocomprobación (*Back-testing*).

ABSTRACT

In the last few years, Value at Risk (*VaR*) methodologies have experienced spectacular growth within Basle II regulatory context. Moreover, some complementary analysis such as *Stress-testing* and *Back-testing* have also gained the same importance.

In this paper, we focus on *Back-testing* analysis and we intent to measure the accuracy of *VaR* methodologies by using a Spanish stock market portfolio.

KEY WORDS: Market risk, Value at Risk (*VaR*) Methodologies, *Back-testing*.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el *Valor en Riesgo*, en adelante *VeR*, se ha convertido en un patrón comúnmente aceptado en la industria bancaria. Se trata de una magnitud estadística que nos informa sobre la pérdida máxima, expresada en unidades monetarias, en la que podríamos incurrir en un determinado plazo temporal con un nivel de confianza dado. Para su obtención existen tres grandes enfoques metodológicos: el modelo Paramétrico, la Simulación Histórica y la Simulación de Montecarlo, cada uno de los cuales presenta ventajas e inconvenientes. Es por ello que, en la práctica, sea necesario utilizar ciertos análisis complementarios a dichas metodologías precisamente para calibrar la bondad de tales estimaciones.

En particular, el *Ejercicio de Autocomprobación*, más conocido por la notación anglosajona de *Back-testing*, establece, dentro de un horizonte temporal determinado, un análisis comparativo entre dos magnitudes: por un lado, la pérdida realmente experimentada en una cartera y, por otro, la estimación previa realizada en términos de Valor en Riesgo (*VeR*). En definitiva, se pretende contrastar el grado de exactitud de la metodología de medición empleada a través del cómputo del número de excepciones, esto es, el número de días en los cuales la pérdida de la cartera supera la cifra *VeR*. Lógicamente, la situación ideal se daría cuando dicho número estuviera

próximo al nivel de confianza establecido en nuestra medición, es decir, si utilizamos un 95% de confianza estadística lo deseable sería que el número de excepciones rondase el 5% en el período de análisis. Si este porcentaje fuese superior, ello implicaría que el modelo *VeR* utilizado estaría infravalorando el riesgo realmente soportado; un porcentaje por debajo del 5% denotaría, por el contrario, una sobrestimación.

En este trabajo desarrollamos un ejercicio de *Back-testing* sobre los *VeR*'s obtenidos por las principales metodologías estadísticas de medición de riesgos, utilizando para ello una cartera de acciones españolas y una ventana temporal de verificación de 100 días.

2. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

ELECCIÓN DE LA CARTERA

El trabajo de investigación que planteamos comienza, en primer lugar, con la selección y definición de la cartera sobre la cual aplicar los modelos de medición de riesgos descritos. Finalmente, hemos optado por una cartera con cinco títulos que cotizan en el mercado continuo español; en particular, se trata de los cinco valores más negociados y con mayor peso en el índice IBEX-35, esto es:

- TELEFÓNICA (TEF)
- BBVA (BBVA)
- BSCH (SAN)
- ENDESA (ELE)
- REPSOL (REP)

La elección de esta cartera de renta variable no es caprichosa sino que obedece a una serie de criterios de decisión, a saber:

- Eliminar el *riesgo de liquidez*, al ser dichas acciones las que mayor número de transacciones diarias presentan en la bolsa española.
- Además, en su conjunto, los títulos seleccionados ponderan más del 50% en el IBEX-35.
- Aislar el *riesgo de mercado*, objeto central de nuestro análisis, del *riesgo de crédito* en el que también hubiéramos incurrido si hubiésemos seleccionado una cartera de renta fija y cuyo tratamiento exigiría, de otra parte, la integración o copulación de ambos.
- La disponibilidad y accesibilidad de los datos; en concreto, se trata de precios diarios de cierre, nominados en euros, que han sido suministrados por el proveedor de servicios de información financiera *Bloomberg*. Dicha información ha sido previamente cotejada con la ofrecida por la *Sociedad de Bolsas*, no advirtiendo discrepancia alguna.

Por otra parte, es preciso definir tanto el valor inicial de la posición como los pesos específicos de las distintas acciones en la cartera. En este sentido, hemos partido de una inversión inicial de 100.000,00 euros, prorrateados de igual forma entre los títulos individuales, según se ilustra a continuación:

Tabla 1: Posición inicial de la cartera (en euros).

FINANCE MANAGEMENT CHALLENGES

Fecha VeR						
30/08/2002	TEF	ELE	BBVA	SAN	REP	TOTAL
Nº de títulos	2.182	1.653	1.998	2.937	1.504	10.273
Cotización	9,17 €	12,10 €	10,01 €	6,81 €	13,30 €	
Valor	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	100.000 €
Peso	20%	20%	20%	20%	20%	100%

Como se desprende de la observación de la tabla 1, el punto de partida para estimar el *VeR* será el 30 de agosto de 2002. Lógicamente, si queremos valorar nuestra cartera ese día bastará con multiplicar los precios de las respectivas acciones por el número de títulos en nuestro haber. Para el caso que nos ocupa, hemos elegido una cartera equiponderada, es decir, todos los activos tienen el mismo peso dentro de la misma; un 20%.

DEFINICIÓN DE LA VENTANA TEMPORAL

La concreción del período de análisis constituye una etapa más en el proceso metodológico. En nuestro trabajo, hemos seleccionado una ventana temporal de observación comprendida entre el 28 de enero del 2000 y el 29 de enero de 2003, es decir, un total de 751 días de negociación. Este horizonte temporal se ha escindido en dos subperíodos:

- Uno que abarca desde el 28 de enero de 2000 hasta el 30 de agosto de 2002, el cual se configura como punto de partida del proceso de estimación del *VeR* y comprende 651 días de negociación en el mercado.
- Otro que transcurre del 2 de septiembre de 2002 hasta el 29 de enero de 2003, esto es, 100 días de negociación, y que hemos definido como *período de contraste (Back-testing)* de los distintos modelos de cálculo utilizados. Con objeto de extraer mayor información sobre la bondad de los mismos, hemos creído conveniente dividir dicho horizonte de verificación en dos nuevos subperíodos de 50 días, cada uno de los cuales obedece a distintos niveles de volatilidad, según se ilustra en el gráfico 1, donde aparecen representadas las volatilidades históricas anualizadas⁷⁸ para cada una de las acciones individuales, utilizando una ventana móvil de 20 días.

⁷⁸ La volatilidad diaria es multiplicada por la raíz cuadrada de 250.

CITIES IN COMPETITION

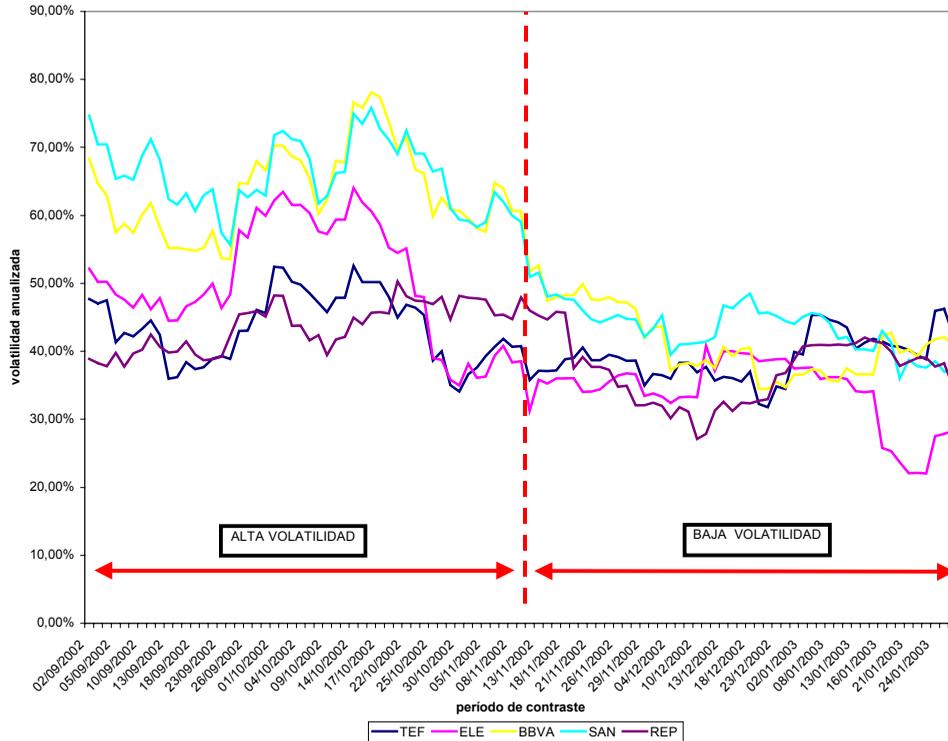


Figura 1: Niveles de volatilidad histórica para las acciones individuales.

ESTABLECIMIENTO DE PARÁMETROS

Como ya hemos comentado, el VeR es una estimación de tipo estadístico y, en consecuencia, precisa del establecimiento previo de una serie de parámetros. Por consiguiente, es el momento de proceder a su fijación:

- La *unidad de tiempo* a la cual va referida la estimación será de un día, o lo que es lo mismo, calcularemos VeR 's diarios. Recordemos que dicha elección sólo tiene sentido para productos líquidos, como es el caso, ya que generalmente se suele asociar al plazo necesario para deshacer o cubrir la posición.
- El *intervalo o nivel de confianza* asociado al cálculo se ha establecido en el 95%.
- La *moneda de referencia* será el euro.

En definitiva, y a modo de resumen, estimaremos la pérdida máxima, expresada en euros, en la que podríamos incurrir a un día vista, con un 95% de probabilidad.

3. EL EJERCICIO DE VERIFICACIÓN (BACKTESTING)

Desde el punto de vista científico, las metodologías VeR necesitan ser contrastadas de manera periódica, es decir, deben someterse a un análisis retrospectivo a partir del cual comprobar su grado de precisión. Este tipo de

práctica, más conocida por el anglicismo *Back-testing*, se articula computando el número de excepciones⁷⁹ observadas dentro de una determinada ventana temporal. En otras palabras, se trata de contar el número de días en los que la pérdida real sufrida por una cartera supera la estimación *VeR*.

A continuación, vamos a aplicar el proceso de *Backtesting* sobre las principales metodologías de medición, esto es, *Simulación Histórica*, *Método Paramétrico* y *Simulación de Montecarlo* con objeto de obtener conclusiones respecto a la bondad de las mismas. Según indicamos anteriormente, el periodo de verificación seleccionado comprende 100 días de negociación en el mercado; en particular, comienza el 2/09/2002 y finaliza el 29/01/2003. La elección de esta ventana responde, principalmente, a motivos pedagógicos, ya que nos permite establecer una relación directa con el nivel de confianza definido para la estimación *VeR*, si bien es cierto que el BIS recomienda un período mínimo de 250 días.

En cualquier caso, si hemos calculado el *Valor en Riesgo* con un 95% de confianza estadística, lo lógico es que en esos 100 días, como máximo, aparecieran 5 excepciones.

Por otro lado, para abundar en el análisis, hemos dividido dicha ventana temporal en dos períodos de 50 días, cada uno de las cuales se caracteriza por distintos niveles de volatilidad⁸⁰, esto es:

- *Período de ALTA volatilidad*: Del 02/09/2002 al 11/11/2002.
- *Período de BAJA volatilidad*: Del 12/11/2002 al 29/01/2003.

En general, todo proceso de *Back-testing* comienza siempre por calcular las pérdidas o ganancias diarias realmente obtenidas por el mantenimiento de una determinada posición de mercado. Para ello, bastará computar la diferencia entre el valor de la misma hoy y aquél correspondiente al día anterior, como muestra la tabla 2:

Tabla 2: Pérdidas y Ganancias reales de la cartera.

Fecha	Valor cartera	Ps y Gs
30/08/2002	100.000,00 €	-
02/09/2002	97.983,82 €	-2.016,18 €
03/09/2002	94.109,64 €	-3.874,18 €
04/09/2002	94.351,48 €	241,84 €
05/09/2002	93.188,32 €	-1.163,16 €
06/09/2002	97.052,06 €	3.863,73 €
09/09/2002	94.638,73 €	-2.413,33 €

A partir de dichos datos, es posible caracterizar la correspondiente distribución de pérdidas y ganancias reales, que resumimos en la siguiente tabla e ilustramos en forma de histograma:

⁷⁹ Hablamos de excepción en sentido estricto, esto es, en relación al *VeR*. De igual forma, podemos computar excepciones por exceso, o lo que es lo mismo, respecto al *EaR*.

⁸⁰ Remitimos al lector a las figuras 2 y 3 respectivamente.

Tabla 3: Análisis descriptivo de la distribución de Ps y Gs reales.

Ganancia máxima	5.883,50 €
Pérdida máxima	-5.216,45 €
Promedio	-96,69 €
Desviación estándar	2.330,17 €
Asimetría	0,37716073
Curtosis	-0,18014379

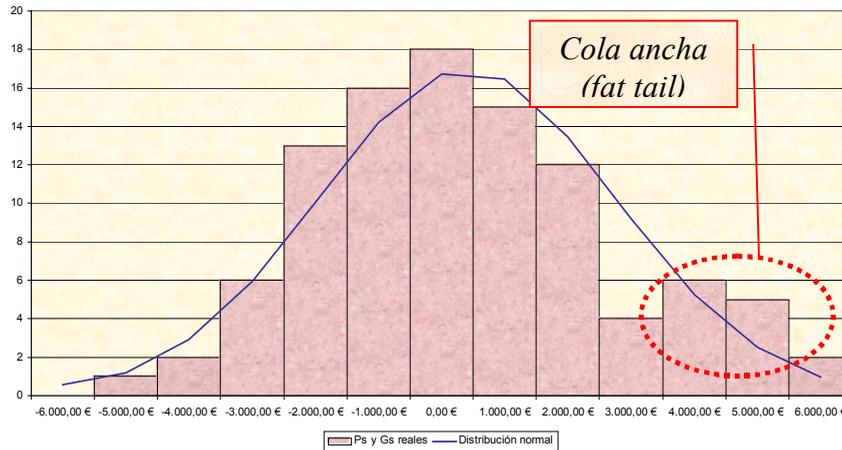


Figura 2: Histograma de Ps y Gs reales versus distribución normal.

En segundo lugar, debemos proceder a la estimación del *VeR* a un día vista, de manera que podamos comparar si la pérdida que éste pronostica se cumple al día siguiente o no, en cuyo caso estaríamos ante una excepción.

Aunque, desde un punto de vista conceptual, este tipo de técnica no reviste ninguna complejidad, en la práctica, dicho ejercicio deviene, en cierta medida, tedioso pues se trata de repetir el proceso de cálculo del *VeR* tantas veces como días comprende la ventana de observación.

Concretamente, en nuestro estudio hemos calculado 100 *VeR*'s diarios para dos niveles de confianza estadística diferentes: un 95% y un 99%. Asimismo, hemos procedido, de igual forma, con las *Ganancias en Riesgo (EaR's)*; y todo ello, para las tres metodologías descritas.

La siguiente tabla recoge algunas de dichas estimaciones calculadas por *Simulación Histórica*, además de las pérdidas y ganancias obtenidas.

Tabla 4: VeR's y EaR's calculados por Simulación Histórica.

Fecha	VeR SH 95%	VeR SH 99%	EaR SH 95%	EaR SH 99%	Ps y Gs
30/08/2002	-2.817,33 €	-4.336,21 €	2.727,47 €	5.108,68 €	-
02/09/2002	-2.760,32 €	-4.252,18 €	2.670,60 €	5.007,18 €	-2.016,18 €
03/09/2002	-2.664,40 €	-4.069,87 €	2.561,88 €	4.818,54 €	-3.874,18 €
04/09/2002	-2.667,39 €	-4.073,30 €	2.569,40 €	4.812,74 €	241,84 €
05/09/2002	-2.635,12 €	-4.026,36 €	2.533,15 €	4.751,56 €	-1.163,16 €
06/09/2002	-2.746,51 €	-4.193,68 €	2.697,29 €	4.959,60 €	3.863,73 €
09/09/2002	-2.682,45 €	-4.093,41 €	2.612,97 €	4.825,80 €	-2.413,33 €

A la luz de la tabla 4, la operativa del *Backtesting* para el primer día del análisis, esto es, el 02/09/2002, se reduce a comparar la pérdida resultante ese día, que asciende a 2.016,18 €, con la estimación *VeR* (95%) del día anterior, 30/08/2002, es decir, 2.817,33 €. En este caso, la pérdida real es inferior al *VeR* y, por consiguiente, podemos afirmar que no existe excepción. No así ocurre, por ejemplo, para el día siguiente, 03/09/2002, donde sucede justamente lo contrario.

A continuación, presentamos, en formato tabular, el número de excepciones detectadas en el periodo de 100 días para cada una de las tres metodologías de estimación del *VeR*, diferenciando entre mediciones realizadas al 95% y 99% de confianza estadística.

CITIES IN COMPETITION

Tabla 5: Excepciones al 95% para la Simulación Histórica.

Fecha	Ps y Gs	VeR SH 95%	Excepción 95%	Amplitud absoluta	Amplitud relativa
03/09/2002	-3.874,18 €	-2.760,32 €	Por defecto	-1.113,86 €	40,35%
12/09/2002	-5.216,45 €	-2.890,91 €	Por defecto	-2.325,53 €	80,44%
18/09/2002	-3.707,85 €	-2.629,25 €	Por defecto	-1.078,61 €	41,02%
23/09/2002	-3.303,51 €	-2.432,56 €	Por defecto	-870,95 €	35,80%
24/09/2002	-3.072,04 €	-2.366,45 €	Por defecto	-705,59 €	29,82%
30/09/2002	-4.355,90 €	-2.449,08 €	Por defecto	-1.906,82 €	77,86%
23/10/2002	-2.912,14 €	-2.747,11 €	Por defecto	-165,03 €	6,01%
07/11/2002	-4.144,46 €	-3.010,70 €	Por defecto	-1.133,76 €	37,66%
27/01/2003	-3.973,42 €	-3.019,53 €	Por defecto	-953,89 €	31,59%
Nº excepciones		9	Promedio	-1.139,34 €	42,28%
Fecha	Ps y Gs	EaR SH 95%	Excepción 95%	Amplitud absoluta	Amplitud relativa
06/09/2002	3.863,73 €	2.533,15 €	Por exceso	1.330,59 €	52,53%
10/09/2002	3.176,87 €	2.612,97 €	Por exceso	563,90 €	21,58%
11/09/2002	4.165,69 €	2.704,56 €	Por exceso	1.461,13 €	54,02%
26/09/2002	5.311,74 €	2.271,66 €	Por exceso	3.040,08 €	133,83%
02/10/2002	4.777,71 €	2.244,25 €	Por exceso	2.533,46 €	112,89%
11/10/2002	3.715,69 €	2.325,02 €	Por exceso	1.390,67 €	59,81%
15/10/2002	5.883,50 €	2.434,23 €	Por exceso	3.449,28 €	141,70%
24/10/2002	3.153,97 €	2.629,43 €	Por exceso	524,54 €	19,95%
04/11/2002	4.043,82 €	2.828,15 €	Por exceso	1.215,67 €	42,98%
21/11/2002	4.364,57 €	3.062,89 €	Por exceso	1.301,67 €	42,50%
27/11/2002	3.568,63 €	3.319,59 €	Por exceso	249,04 €	7,50%
16/12/2002	3.749,26 €	3.099,30 €	Por exceso	649,96 €	20,97%
02/01/2003	4.100,15 €	3.192,50 €	Por exceso	907,65 €	28,43%
Nº excepciones		13	Promedio	1.432,13 €	56,82%

Además, hemos computado la amplitud de tales excepciones *en términos absolutos*, o lo que es lo mismo, el exceso, nominado en euros, por encima del nivel que representa el *VeR* y el *EaR*; esto es lo que denominamos *excepción por defecto y por exceso*, respectivamente.

Por último, para facilitar la interpretación de los datos hemos creído conveniente expresar, en forma de porcentaje, la amplitud de dichos excesos; es decir, se trata de calibrar el tamaño de los mismos pero, esta vez, en relación a las cifras *VeR* o *EaR* pertinentes. Dicha *magnitud relativa* se convierte, así, en una variable que, desde el punto de vista del control del riesgo, interesa vigilar. En otras palabras, dada una excepción, evidentemente, cuanto menor sea este porcentaje mayor capacidad de predicción podrá atribuirse al modelo de medición; de ahí que, hayamos incluido el *exceso medio observado* tanto en términos absolutos como relativos.

Tabla 6: Excepciones al 95% para la Metodología Paramétrica.

Fecha	Ps y Gs	VeR PM 95%	Excepción 95%	Amplitud absoluta	Amplitud relativa
03/09/2002	-3.874,18 €	-2.920,25 €	Por defecto	-953,93 €	32,67%
12/09/2002	-5.216,45 €	-3.072,78 €	Por defecto	-2.143,66 €	69,76%
18/09/2002	-3.707,85 €	-2.812,94 €	Por defecto	-894,92 €	31,81%
23/09/2002	-3.303,51 €	-2.593,67 €	Por defecto	-709,84 €	27,37%
24/09/2002	-3.072,04 €	-2.498,69 €	Por defecto	-573,35 €	22,95%
30/09/2002	-4.355,90 €	-2.590,48 €	Por defecto	-1.765,42 €	68,15%
23/10/2002	-2.912,14 €	-2.906,92 €	Por defecto	-5,22 €	0,18%
07/11/2002	-4.144,46 €	-3.144,66 €	Por defecto	-999,80 €	31,79%
27/01/2003	-3.973,42 €	-3.162,31 €	Por defecto	-811,11 €	25,65%
Nº excepciones		9	Promedio	-984,14 €	34,48%
Fecha	Ps y Gs	EaR PM 95%	Excepción 95%	Amplitud absoluta	Amplitud relativa
06/09/2002	3.863,73 €	2.778,65 €	Por exceso	1.085,09 €	39,05%
10/09/2002	3.176,87 €	2.830,16 €	Por exceso	346,71 €	12,25%
11/09/2002	4.165,69 €	2.929,50 €	Por exceso	1.236,19 €	42,20%
26/09/2002	5.311,74 €	2.450,24 €	Por exceso	2.861,50 €	116,78%
02/10/2002	4.777,71 €	2.436,06 €	Por exceso	2.341,64 €	96,12%
11/10/2002	3.715,69 €	2.504,15 €	Por exceso	1.211,55 €	48,38%
15/10/2002	5.883,50 €	2.595,98 €	Por exceso	3.287,52 €	126,64%
24/10/2002	3.153,97 €	2.813,34 €	Por exceso	340,63 €	12,11%
04/11/2002	4.043,82 €	3.008,39 €	Por exceso	1.035,43 €	34,42%
21/11/2002	4.364,57 €	3.108,37 €	Por exceso	1.256,19 €	40,41%
27/11/2002	3.568,63 €	3.259,04 €	Por exceso	309,59 €	9,50%
16/12/2002	3.749,26 €	3.046,34 €	Por exceso	702,92 €	23,07%
02/01/2003	4.100,15 €	3.058,74 €	Por exceso	1.041,41 €	34,05%
Nº excepciones		13	Promedio	1.312,03 €	48,85%

CITIES IN COMPETITION

Tabla 7: Excepciones al 95% para la Simulación de Montecarlo.

Fecha	Ps y Gs	VeR MC 95%	Excepción 95%	Amplitud absoluta	Amplitud relativa
03/09/2002	-3.874,18 €	-3.075,81 €	Por defecto	-798,37 €	25,96%
12/09/2002	-5.216,45 €	-3.325,80 €	Por defecto	-1.890,65 €	56,85%
18/09/2002	-3.707,85 €	-2.831,79 €	Por defecto	-876,07 €	30,94%
23/09/2002	-3.303,51 €	-2.816,32 €	Por defecto	-487,18 €	17,30%
30/09/2002	-4.355,90 €	-2.681,82 €	Por defecto	-1.674,08 €	62,42%
07/11/2002	-4.144,46 €	-3.369,51 €	Por defecto	-774,95 €	23,00%
27/01/2003	-3.973,42 €	-3.198,76 €	Por defecto	-774,66 €	24,22%
Nº excepciones		7	Promedio	-1.039,42 €	34,38%
Fecha	Ps y Gs	EaR MC 95%	Excepción 95%	Amplitud absoluta	Amplitud relativa
06/09/2002	3.863,73 €	2.861,94 €	Por exceso	1.001,80 €	35,00%
11/09/2002	4.165,69 €	3.236,52 €	Por exceso	929,17 €	28,71%
26/09/2002	5.311,74 €	2.460,06 €	Por exceso	2.851,68 €	115,92%
02/10/2002	4.777,71 €	2.377,28 €	Por exceso	2.400,43 €	100,97%
11/10/2002	3.715,69 €	2.496,71 €	Por exceso	1.218,98 €	48,82%
15/10/2002	5.883,50 €	2.660,47 €	Por exceso	3.223,04 €	121,15%
04/11/2002	4.043,82 €	2.933,70 €	Por exceso	1.110,12 €	37,84%
21/11/2002	4.364,57 €	2.833,70 €	Por exceso	1.530,86 €	54,02%
27/11/2002	3.568,63 €	3.132,82 €	Por exceso	435,81 €	13,91%
16/12/2002	3.749,26 €	2.978,81 €	Por exceso	770,45 €	25,86%
02/01/2003	4.100,15 €	3.205,16 €	Por exceso	894,99 €	27,92%
Nº excepciones		11	Promedio	1.487,94 €	55,47%

Tabla 8: Excepciones al 99% para la Simulación Histórica.

Fecha	Ps y Gs	VeR SH 99%	Excepción 99%	Amplitud absoluta	Amplitud relativa
12/09/2002	-5.216,45 €	-4.443,14 €	Por defecto	-773,31 €	17,40%
30/09/2002	-4.355,90 €	-3.921,82 €	Por defecto	-434,08 €	11,07%
Nº excepciones		2	Promedio	-603,70 €	14,24%
Fecha	Ps y Gs	EaR SH 99%	Excepción 99%	Amplitud absoluta	Amplitud relativa
26/09/2002	5.311,74 €	4.070,97 €	Por exceso	1.240,77 €	30,48%
02/10/2002	4.777,71 €	4.156,09 €	Por exceso	621,62 €	14,96%
15/10/2002	5.883,50 €	4.673,65 €	Por exceso	1.209,85 €	25,89%
Nº excepciones		3	Promedio	1.024,08 €	23,77%

Tabla 9: Excepciones al 99% para la Metodología Paramétrica.

Fecha	Ps y Gs	VeR PM 99%	Excepción 99%	Amplitud absoluta	Amplitud relativa
12/09/2002	-5.216,45 €	-4.345,89 €	Por defecto	-870,55 €	20,03%
30/09/2002	-4.355,90 €	-3.663,77 €	Por defecto	-692,14 €	18,89%
Nº excepciones		2	Promedio	-781,34 €	19,46%
Fecha	Ps y Gs	EaR PM 99%	Excepción 99%	Amplitud absoluta	Amplitud relativa
11/09/2002	4.165,69 €	4.143,24 €	Por exceso	22,44 €	0,54%
26/09/2002	5.311,74 €	3.465,41 €	Por exceso	1.846,33 €	53,28%
02/10/2002	4.777,71 €	3.445,37 €	Por exceso	1.332,34 €	38,67%
11/10/2002	3.715,69 €	3.541,66 €	Por exceso	174,03 €	4,91%
15/10/2002	5.883,50 €	3.671,55 €	Por exceso	2.211,95 €	60,25%
Nº excepciones		5	Promedio	1.117,42 €	31,53%

Tabla 10: Excepciones al 99% para la Simulación de Montecarlo.

Fecha	Ps y Gs	VeR MC 99%	Excepción 99%	Amplitud absoluta	Amplitud relativa
12/09/2002	-5.216,45 €	-4.478,82 €	Por defecto	-737,62 €	16,47%
30/09/2002	-4.355,90 €	-3.973,88 €	Por defecto	-382,02 €	9,61%
Nº excepciones		2	Promedio	-559,82 €	13,04%
Fecha	Ps y Gs	EaR MC 99%	Excepción 99%	Amplitud absoluta	Amplitud relativa
26/09/2002	5.311,74 €	3.472,23 €	Por exceso	1.839,51 €	52,98%
02/10/2002	4.777,71 €	3.344,32 €	Por exceso	1.433,38 €	42,86%
15/10/2002	5.883,50 €	3.469,87 €	Por exceso	2.413,63 €	69,56%
Nº excepciones		3	Promedio	1.895,51 €	55,13%

En general, de las tablas anteriores podemos destacar dos hechos claramente observables:

- En primer lugar, y como no podía ser de otra manera, el número de excepciones se reduce a medida que aumenta el nivel de confianza utilizado en la estimación, o dicho de otro modo, las mediciones al 99% son más conservadoras que las realizadas al 95%.
- En segundo lugar, el número de excepciones resulta significativamente superior en períodos de alta volatilidad, representado, en nuestro análisis, por la primera subventana de 50 días, comprendida entre el 02/09/2002 y el 11/11/2002.

Para visualizar mejor estas ideas, hemos construido los siguientes gráficos donde aparecen reflejadas las series históricas de *VeR's* y *EaR's*, para ambos niveles de confianza, así como las pérdidas y ganancias, diariamente computadas, de nuestra cartera. De su observación, se desprende la existencia de excepciones cada vez que se superan las bandas correspondientes a tales estimaciones; en concreto, la más estrecha, coloreada en verde,

CITIES IN COMPETITION

corresponde a mediciones, tanto de VeR como de EaR , para un 95% de confianza estadística, mientras que la más ancha, en rojo, se asocia a un nivel del 99%.

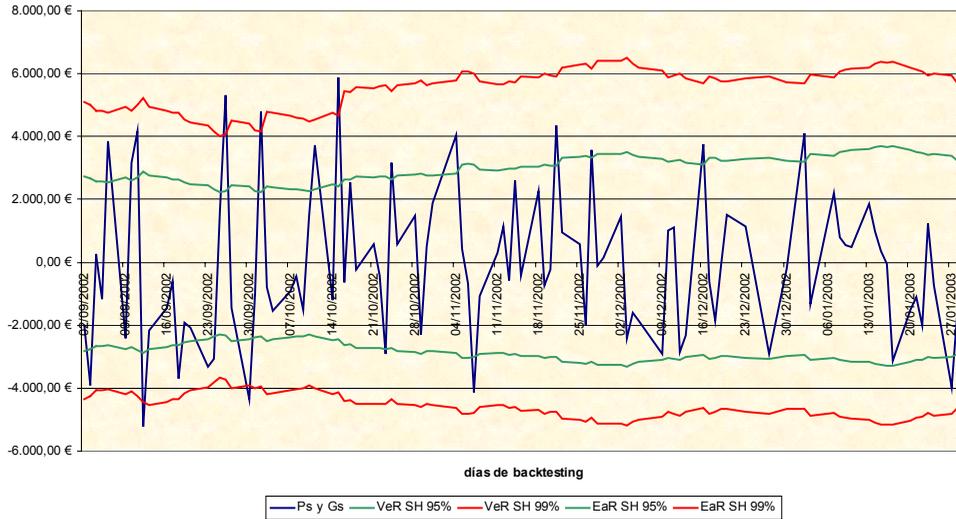


Figura 3: Backtesting en la Simulación Histórica.

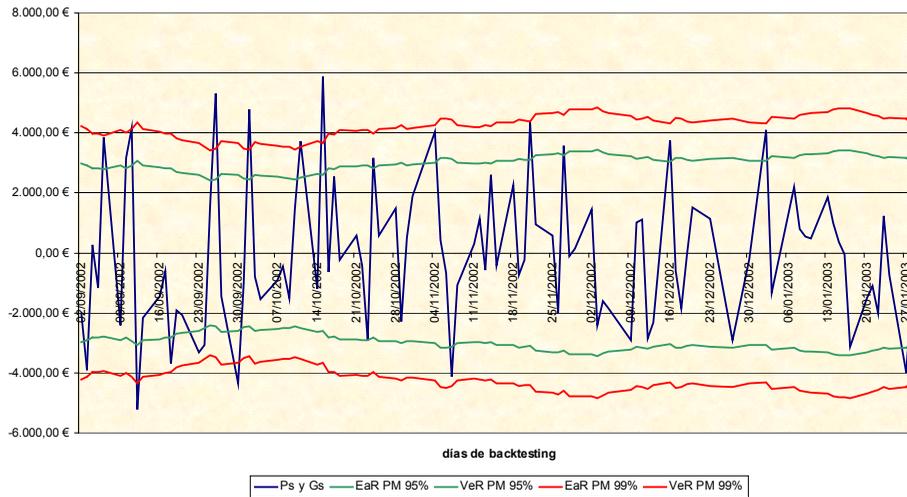


Figura 4: Backtesting en la Metodología Paramétrica.

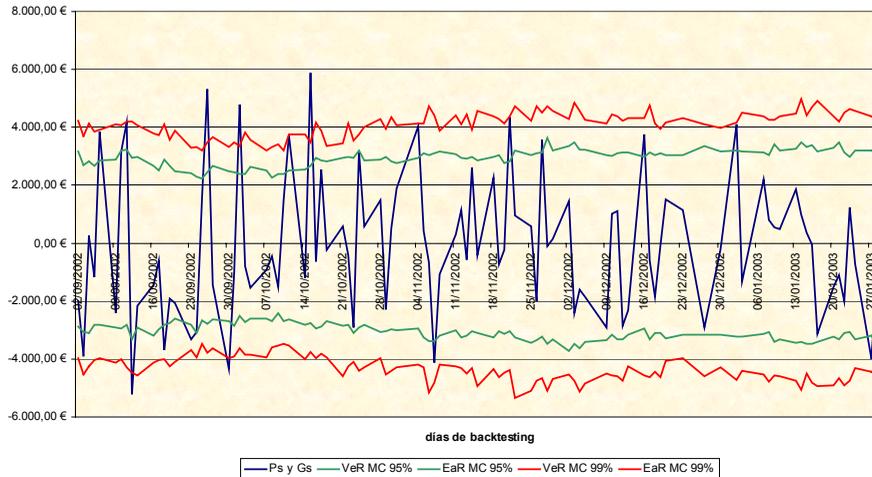


Figura 5: Backtesting en la Simulación de Montecarlo.

4. CONCLUSIONES

De lo hasta aquí expuesto y, tras la observación de las tablas anteriores, podemos extraer las siguientes conclusiones, a saber:

1. Para las tres metodologías estudiadas, el número de *excepciones por defecto* que se contabilizan en el período de backtesting supera el 5%, correspondiente al nivel de confianza establecido, a priori, en el cálculo del *VeR*. Y es que, la mayoría de dichas excepciones tienen lugar en la primera subventana temporal, comprendida entre el 02/09/2002 y el 11/11/2002, la cual se caracteriza por su alta volatilidad. Con esto se confirman dos hechos relevantes:

- La medición *VeR* funciona relativamente bien en períodos normales, es decir, de estabilidad en los mercados. Prueba de ello es que el número de excepciones detectadas en la segunda subventana disminuye considerablemente en todas las metodologías.
- La necesidad de realizar análisis complementarios del tipo *Stress-testing*, cuyo objetivo no es otro que contemplar situaciones, consideradas extremas en los mercados, para evaluar su impacto en términos de *VeR*.

2. Con independencia del nivel de confianza seleccionado, la *Simulación de Montecarlo* se configura como la metodología de medición más precisa en la medida que presenta menor número de excepciones tanto por defecto (*VeR*) como por exceso (*EaR*). En concreto, esta metodología proporciona el *exceso por defecto medio* menor en términos porcentuales.

3. Comparativamente, el *Método Paramétrico* proporciona mejores resultados en el ejercicio de comprobación, al 95% de confianza, que la *Simulación Histórica*. Así lo indica el promedio relativo de sus excepciones, tanto por exceso como por defecto.

4. Sin embargo, para un nivel de confianza superior, esto es, del 99%, la afirmación anterior se invierte a favor de la *Simulación Histórica*. En este caso, además, el número de *excepciones por exceso* aumenta de manera significativa en el *Modelo Paramétrico*.

El siguiente gráfico ilustra las anteriores afirmaciones, pues establece una comparación entre las estimaciones *VeR* obtenidas con cada una de las metodologías estudiadas para sendos niveles de confianza estadística.

Se puede comprobar cómo, mientras el *Método Paramétrico* y la *Simulación Histórica* parecen dibujar trayectorias paralelas, la senda descrita por la *Simulación de Montecarlo* resulta mucho más volátil, llegando a cortar en numerosas ocasiones a las anteriores.

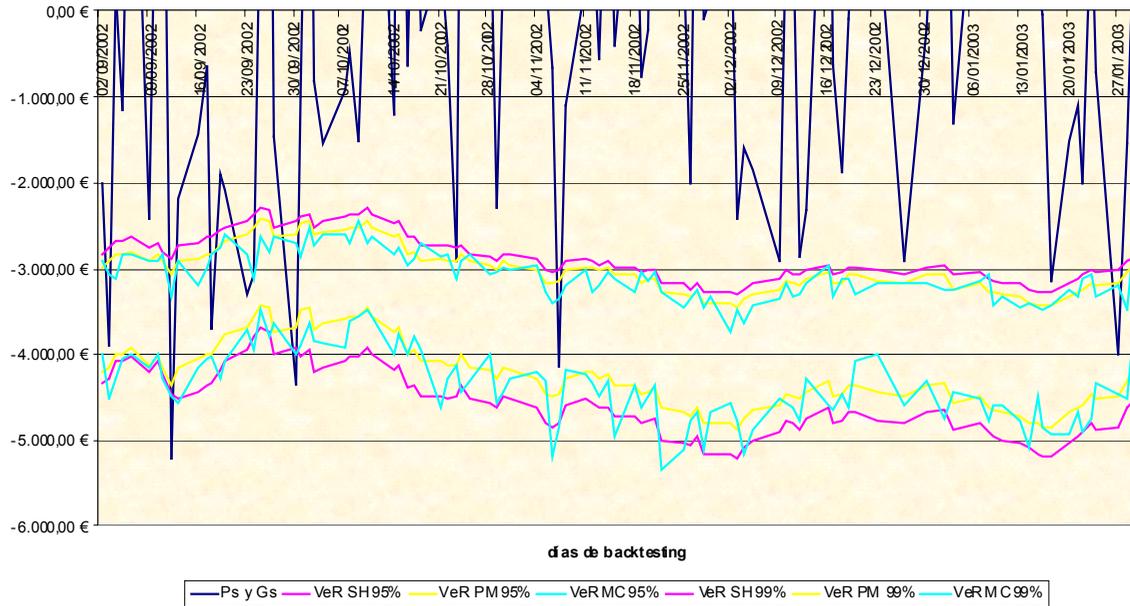


Figura 6: Backtesting en las Metodologías *VeR* para un 95% y un 99% de confianza estadística.

5. En general, para las tres metodologías se observa que el número de *excepciones por exceso* suele ser superior. Ello parece tener su explicación en la existencia de una cola sensiblemente más ancha en la distribución de pérdidas y ganancias reales de la cartera (figura 2) por el lado de la derecha.
6. No obstante lo anterior, insistimos en que estas conclusiones emanan de un ejercicio de *Back-testing* realizado a partir de una muestra de 100 observaciones. Si, en su lugar, hubiéramos optado por una ventana temporal más dilatada, por ejemplo de 250 días como sugiere Basilea, posiblemente los resultados obtenidos se ajustarían más al nivel de confianza establecido a priori en las estimaciones *VeR*.
7. Por último, presentamos, en formato tabular, un resumen de los resultados del ejercicio de comprobación para las tres metodologías *VeR*, indicando los valores máximos y mínimos de las excepciones computadas. De su lectura, se desprende la mayor bondad de la *Simulación de Montecarlo*, en concreto, para los máximos porcentuales correspondientes a las *excepciones por defecto*, con independencia del nivel de confianza.

Tabla 11: Tabla resumen

Nº DE DÍAS DE BACKTESTING	100	
SIMULACIÓN HISTÓRICA	NIVEL DE CONFIANZA	
	95%	99%
EXCEPCIONES POR EXCESO	13	3
EXCEPCIONES POR DEFECTO	9	2
TOTAL EXCEPCIONES	22	5
MÁXIMA EXCEPCIÓN POR EXCESO	141,70%	30,48%
MÁXIMA EXCEPCIÓN POR DEFECTO	80,44%	17,40%
Nº DE DÍAS DE BACKTESTING	100	
PARAMÉTRICA	NIVEL DE CONFIANZA	
	95%	99%
EXCEPCIONES POR EXCESO	13	5
EXCEPCIONES POR DEFECTO	9	2
TOTAL EXCEPCIONES	22	7
MÁXIMA EXCEPCIÓN POR EXCESO	126,64%	60,25%
MÁXIMA EXCEPCIÓN POR DEFECTO	69,76%	20,03%
Nº DE DÍAS DE BACKTESTING	100	
SIMULACIÓN MONTECARLO	NIVEL DE CONFIANZA	
	95%	99%
EXCEPCIONES POR EXCESO	11	3
EXCEPCIONES POR DEFECTO	7	2
TOTAL EXCEPCIONES	18	5
MÁXIMA EXCEPCIÓN POR EXCESO	121,15%	69,56%
MÁXIMA EXCEPCIÓN POR DEFECTO	62,42%	16,47%

5. BIBLIOGRAFÍA

- Aragónés, J. y Blanco, C. (2000), *“Valor en Riesgo: Aplicación a la Gestión Empresarial”*, Pirámide.
- Aragónés, J. , Blanco, C. y Dowd, K. (2001), *“Incorporating Stress Tests into Market Risk Modelling”*, Derivatives Quarterly, Institutional Investor, primavera.
- Artzner, P., Delbaen, F., Eber J. y Heath, D. (1997), *“Thinking Coherently”*, Risk, Volumen 10, nº 11, noviembre.
- (1999), *“Coherent Measures of Risk”*, Mathematical Finance, volumen 9, nº 3, julio.
- Basle Committee of Banking Supervision (1996), *“Supervisory Framework for the Use of Back-testing in Conjunctions with the Internal Model Approach to Market Risk Capital Requirements”*, enero.
- Beder, T. (1995), *“VaR: Seductive but Dangerous”*, Financial Analyst Journal 51, septiembre-octubre.
- (1996), *“Report Card on VaR: High Potential but Slow Starter”*, Bank, Accounting and Finance, volumen 10.
- Best, P. (1998), *“Implementing Value at Risk”*, John Wiley & Sons, Reino Unido.
- Blanco, C. e Ihle, G. (1999), *“Making Sense of Backtesting”*, Financial Engineering News, agosto.
- Brier, G. (1950), *“Verification of Forecasts Expressed in Terms of Probability”*, Monthly Weather Review, 75.
- Carrillo, S. y Lamothe, P. (2001), *“Nuevos Retos en la Medición del Riesgo de Mercado”*, Perspectivas del Sistema Financiero, nº 72.
- Christoffersen, P. (1996), *“Evaluating Internal Forecasts”*, Mimeo, Research Department International Monetary Fund, Forthcoming in the International Economic Review.
- Cohen, R. (1998), *“Características y Limitaciones del Valor en Riesgo como Medida del Riesgo de Mercado”*, ponencia incluida en “La Gestión del Riesgo de Mercado y de Crédito. Nuevas Técnicas de Valoración”, Fundación BBV, Bilbao.

CITIES IN COMPETITION

- Comisión Nacional del Mercado de Valores (1998), “Circular 3/1998 de 22 de septiembre sobre Operaciones en Instrumentos Derivados de las Instituciones de Inversión Colectiva”.
- Crnkovic, C. y Drachman, J. (1995), “A Universal Tool to Discriminate Among Risk Measurement Techniques”, Mimeo, Corporate Risk Management Group, J.P. Morgan.
- Danielsson, J. y de Vries, C. (1997), “Extreme Returns, Tail Estimation and Value at Risk”, Mimeo, University of Iceland, Tinbergen Institute and Erasmus University.
- De la Cruz, J. (1998), “Una Evaluación Crítica de las Nuevas Medidas de Gestión Y Control del Riesgo de Mercado desde una Perspectiva de Supervisión”, ponencia incluida en “La Gestión del Riesgo de Mercado y de Crédito. Nuevas Técnicas de Valoración”, Fundación BBV, Bilbao.
- Derivatives Policy Group (1995), “A Framework for Voluntary Oversight”, New York .
- Dowd, K. (1998), “Beyond Value at Risk. The New Science of Risk Management”, John Wiley & Sons, Reino Unido.
- Group of Thirty, Global Derivatives Study Group (1993a), “Derivatives: Practices and Principles. Survey of Industry Practice”, Washington, D.C, julio.
- Frain, J. y Meegan, C. (1996), “Market Risk: An Introduction to the Concept and Analytics of Value at Risk”, Mimeo, Economic Analysis Research and Publications Department, Central Bank of Ireland.
- González, M. (2000), “Errores y posibles soluciones en la aplicación del Value at Risk”, Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas para la Investigación Económica y Social, documento de trabajo nº 160.
- Greenspan, A. (2000), “Remarks on Banking Evolution”, 36th Annual Conference on Bank Structure and Competition of the Federal Reserve Bank of Chicago, Federal Reserve Bank of Chicago, Chicago, Illinois, mayo.
- Hill, B. (1975), “A Simple General Approach to Inference About the Tail of a Distribution”, Annals of Statistics 35.
- Jorion, P. (1997), “Value at Risk: the New Benchmark for Controlling Derivatives Risk”, The McGraw-Hill companies.
- Jackson, P. , Maude, D. y Perraudin, W. (1997), “Bank Capital and Value at Risk”, Journal of Derivatives 4, primavera.
- Kupiec, P. (1995), “Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models”, The Journal of Derivatives, 3.
- Litterman, R. (1996), “Hot Spots and Hedges”, Journal of Portfolio Management Special Issue.
- López, J. (1996), “Regulatory Evaluation of Value at Risk Models”, Mimeo, Research and Market Analysis Group, Federal Reserve Bank of New York.
- Mahoney, J. (1996), “Forecast biases in Value at Risk Estimations: Evidence from Foreign Exchange and Global Equity Portfolios. Mimeo, Federal Reserve Bank of New York.
- Page, M. y Costa, D. (1996), “The Value at Risk of a Portfolio of Currency Derivatives Under Worst-Case Distributional Assumptions”, Mimeo, Susquehanna Investment Group and Department of Mathematics, University of Virginia.
- Robinson, G. (1996), “More Haste, Less Precision”, Risk, volumen 9, nº 9, septiembre.
- Vilariño, A. (2001), “Turbulencias Financieras y Riesgos de Mercado”, Financial Times, Prentice Hall, Madrid.